

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JCS84 U.S. PTO
09/478612
01/07/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 1月 8日

願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第002385号

願 人
Applicant(s):

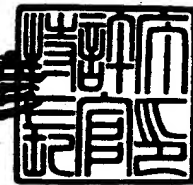
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3081731

【書類名】 特許願

【整理番号】 9801121909

【提出日】 平成11年 1月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/20

【発明の名称】 薄膜半導体装置の製造方法及びレーザ照射装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 菅野 幸保

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 藤野 昌宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 眞野 三千雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 浅野 明彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 猪野 益充

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100092336

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 晴敏

【電話番号】 0466-54-2640

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010191

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709206

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜半導体装置の製造方法及びレーザ照射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する成膜工程と、

エネルギービームを該半導体薄膜に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する照射工程と

多結晶に転換された該半導体薄膜を活性層として所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成する形成工程とからなる薄膜半導体装置の製造方法において、

前記照射工程は、該エネルギービームの断面形状を該領域に合わせて可変調節し該領域を少なくとも一回一括照射で結晶化することにより薄膜トランジスタの特性の均一化を図ることを特徴とする薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 前記形成工程は、薄膜トランジスタを集積形成して画素アレイとスキャナ回路を備えた表示パネル用の薄膜半導体装置を作成し、前記照射工程は、スキャナ回路が集積形成されるべき領域を一括照射することを特徴とする請求項 1 記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記照射工程は、該一括照射により該領域に含まれる薄膜トランジスタの閾値特性の均一化を図ること特徴とする請求項 1 記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 前記形成工程は、オペアンプ回路、アナログ/デジタル変換回路、デジタル/アナログ変換回路、レベルシフタ回路、メモリ回路、及びマイクロプロセッサ回路から選択された少なくとも一つの回路を該領域に形成すること特徴とする請求項 3 記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 基板の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザ光を照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換するレーザ照射装置であって、

所定の断面形状のレーザ光を発するレーザ光源と、

該レーザ光の断面形状を所定の領域に合わせて可変整形する整形手段と、

該整形されたレーザ光を半導体薄膜に照射して該領域内を均一に結晶化する照

射手段とを有することを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 6】 処理のための情報を持ち得る基板の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザー光を照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換するレーザー照射装置であって、

該情報を読み取って、レーザー光の断面形状、照射位置、エネルギー量、エネルギー分布、及び移動方向の内少なくとも一つの条件を調節可能であることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 7】 基板の表面に描かれたパターンを認識して該情報を読み取することを特徴とする請求項 6 記載のレーザー照射装置。

【請求項 8】 基板に書き込まれたコードを検出して該情報を読み取することを特徴とする請求項 6 記載のレーザー照射装置。

【請求項 9】 半導体薄膜と、その一面に重ねられたゲート絶縁膜と、ゲート絶縁膜を介して半導体薄膜に重ねられたゲート電極とを含む積層構成を有する薄膜トランジスタを集積形成した薄膜半導体装置であって、

前記半導体薄膜は、基板の上に非晶質シリコン又は比較的粒径の小さな多結晶シリコンを形成した後、エネルギービームを基板に照射して比較的粒径の大きな多結晶シリコンに転換したものであり、

多結晶シリコンに転換された該半導体薄膜を活性層として所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成し、

該エネルギービームの断面形状を該領域に合わせて可変調節し該領域を少なくとも一回一括照射することで薄膜トランジスタの特性の均一化を図ることを特徴とする薄膜半導体装置。

【請求項 10】 所定の間隙を介して互いに接合した一対の基板と、該間隙に保持された電気光学物質とを有し、一方の基板には対向電極を形成し、他方の基板には画素電極及びこれを駆動する薄膜トランジスタを形成し、該薄膜トランジスタを、半導体薄膜とその一面にゲート絶縁膜を介して重ねられたゲート電極とで形成した表示装置であって、

前記半導体薄膜は、該他方の基板の上に非晶質シリコン又は比較的粒径の小さな多結晶シリコンを形成した後、エネルギービームを該他方の基板に照射して比

較的粒径の大きな多結晶シリコンに転換したものであり、

多結晶シリコンに転換された該半導体薄膜を活性層として所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成し、

該エネルギービームの断面形状を該領域に合わせて可変調節し該領域を少なくとも一回一括照射して薄膜トランジスタの特性の均一化を図ることを特徴とする表示装置。

【請求項 1 1】 複数の区画が規定された基板の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する成膜工程と、

エネルギービームを基板に対して相対的に移動しながら該半導体薄膜に間欠的に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する照射工程と、

該多結晶に転換された半導体薄膜を活性層にして薄膜トランジスタを集積形成し区画毎に薄膜半導体装置を作成する形成工程とからなる薄膜半導体装置の製造方法において、

前記照射工程は、エネルギービームの断面形状を区画に合わせて可変調節して一つ又は二つ以上の区画を単位として一括照射することを特徴とする薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】 所定の区画が規定された基板の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザ光を相対的に移動しながら間欠的に照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換するレーザ照射装置であって、

レーザ光を間欠的に発するレーザ光源と、

該レーザ光の断面形状を区画に合わせて拡大又は縮小する光学系と、

区画以外の部分をレーザ光から遮蔽する遮蔽手段とを有し

一つ又は二つ以上の区画を単位として一括照射することを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項 1 3】 該基板をレーザ光に対して相対的に移動し全ての区画にレーザ光を照射可能にする移動手段を備えたことを特徴とする請求項 1 2 記載のレーザ照射装置。

【請求項 1 4】 基板に設けた位置合わせ用のマークを光学的に読み取る検

出手段と、読み取ったマークに応じて移動手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 3 記載のレーザ照射装置。

【請求項 1 5】 半導体薄膜と、その一面に重ねられたゲート絶縁膜と、ゲート絶縁膜を介して半導体薄膜に重ねられたゲート電極とを含む積層構成を有する薄膜トランジスタを集積形成した薄膜半導体装置であって、

前記半導体薄膜は、予め複数の区画が規定された基板の上に非晶質シリコン又は比較的粒径の小さな多結晶シリコンを形成した後、エネルギービームを基板に対して相対的に移動しながら間欠的に照射して比較的粒径の大きな多結晶シリコンに転換したものであり、

該エネルギービームの断面形状を区画に合わせて可変調節し一つ又は二つ以上の区画を単位として一括照射した後、

一括照射された各区画に薄膜トランジスタを集積形成して一つの区画に作られることを特徴とする薄膜半導体装置。

【請求項 1 6】 所定の間隙を介して互いに接合した一对の基板と、該間隙に保持された電気光学物質とを有し、一方の基板には対向電極を形成し、他方の基板には画素電極及びこれを駆動する薄膜トランジスタを形成し、該薄膜トランジスタを、半導体薄膜とその一面にゲート絶縁膜を介して重ねられたゲート電極とで形成した表示装置であって、

前記半導体薄膜は、予め複数の区画が規定された他方の基板の上に非晶質シリコン又は比較的粒径の小さな多結晶シリコンを形成した後、エネルギービームを該他方の基板に対して相対的に移動しながら間欠的に照射して比較的粒径の大きな多結晶シリコンに転換したものであり、

該エネルギービームの断面形状を区画に合わせて可変調節し一つ又は二つ以上の区画を単位として一括照射した後、

一括照射された各区画に薄膜トランジスタを集積形成して一つの区画に作られることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜半導体装置の製造方法及びレーザ照射装置に関する。レーザ照射装置は薄膜半導体装置の製造方法において、エキシマレーザ光を用いて半導体薄膜を結晶化する為に使われる。

【0002】

【従来の技術】

アクティブマトリクス型液晶表示装置の画素のスイッチングに用いる薄膜トランジスタ、スイッチングトランジスタを駆動する周辺回路に形成される薄膜トランジスタ、負荷素子型のスタティックRAMに用いる薄膜トランジスタ等は、活性層として非晶質シリコンあるいは多結晶シリコンが使われている。多結晶シリコンは非晶質シリコンに比べ移動度が高いので高性能な薄膜トランジスタが得られる。しかし、多結晶シリコンは単結晶シリコンに比べ、シリコン原子の未結合手が高密度に存在しているので、これらの未結合手がチャネルオフ時においてリーク電流の発生原因になっている。この結果、スイッチオンの時の動作速度を低下させる原因になっている。従って、薄膜トランジスタの特性を向上させるには、結晶欠陥が少ない均一性に優れた多結晶シリコンの半導体薄膜を形成することが要求される。この様な多結晶半導体薄膜の形成方法としては、エキシマレーザ光を用いたアニール処理が提案されている。エキシマレーザ光は紫外波長である為、シリコンの吸収係数が大きく、シリコン表面のみを局部的に加熱でき絶縁基板に熱的ダメージを与えることが少ないという利点がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

エキシマレーザ光を発するレーザ照射装置としては、従来レーザ光の照射面積が200mm×0.7mm程度の線状ビームを用い、90%程度オーバーラップさせて重ね打ちする方法が一般的である。又、近年、シングルショットで大面積を一括してアニール処理することが可能な、大出力エネルギーを持ったエキシマレーザ照射装置も開発されている。例えば、10Jの出力を有するエキシマレーザ光源を用い、27mm×67mmの領域を一括照射することが可能になっている。しかし、大型モニター用途に必要とされている対角寸法が20インチ程度の大画面LCDパネルを作成する為には、いずれの方法でもレーザ照射の「つなぎ

」部分ができてしまう。「つなぎ」以外の部分が最適エネルギーで照射されると、この「つなぎ」部分では照射過多となり、半導体薄膜が逆に微結晶化して、薄膜トランジスタの性能が劣化してしまうという問題がある。

【0004】

図12は、ガラス基板上に成膜された非晶質シリコンを多結晶シリコンに転換する従来のレーザ照射処理を模式的に表わしたものである。レーザ光の断面積より大きな絶縁基板0に成膜された半導体薄膜を照射する場合には、レーザ光を絶縁基板0に対して相対的に走査する必要がある。この場合、ガラス基板面内には一回照射される部分(a)、二回照射される部分(b)及び四回照射される部分(c)ができ、多結晶シリコンの粒径のばらつきが生じることになる。(c)に示す様に、二回照射領域及び四回照射領域が所謂「つなぎ」部分であって、個々の結晶粒径が一回照射領域の結晶粒径と異なってしまう。

【0005】

比較的输出の小さなレーザ照射装置は、レーザ光の総出力エネルギーが例えば0.5J程度である。この小出力のレーザ照射装置を用いて大型基板に形成された半導体薄膜の結晶化を行なおうとすると、図13に示す様な方法を採用せざるを得ない。この方法では、レーザ光50を例えば200mm×0.6mm程度の線状ビームに形成することにより、単位面積当たりのエネルギー密度を300mJ/cm²程度とし、このビームを短軸方向(X方向)に95%程度の重なりで走査させることにより、基板0の全面に形成された半導体薄膜の結晶化を行なっている。しかし、この方法では、レーザ照射装置の出力安定性が悪く、現状では±10%程度変動する。レーザ出力が突発的に強くなった部分や弱くなった部分で結晶状態の不均一性が生じ、その部分に回路が集積形成されると動作不良の原因となっていた。

【0006】

最近、高出力のレーザ照射装置を用いてある程度の領域(例えば3cm×5cm程度)を一度に一括して結晶化する方法が注目されており、例えば特開平7-235490号公報などに開示されている。非常に高出力のレーザ照射装置があれば、基板の全面に形成された半導体薄膜を一括で結晶化することが可能であ

る。しかし、現実的には総出力エネルギーが10Jを超えるレーザ照射装置の開発は困難である。従って、大型基板（例えば30cm×30cm以上）の全面に形成された半導体薄膜を一度に一括して結晶化することは不可能であった。この為、図12に示した様に、ある程度の領域（3cm×5cm程度）に分けて結晶化を行なう為、レーザ照射領域のつながり部分で不均一性が発生しやすいという問題があった。

【0007】

【課題を解決する為の手段】

本発明は、上述した従来の課題を解決し、絶縁基板に結晶性の優れた多結晶シリコンからなる半導体薄膜を形成することを目的とし、合わせてこれを可能とするレーザ照射装置を提供することを目的とする。係る目的を達成する為に以下の手段を講じた。本発明には第一側面と第二側面がある。第一側面では、基板の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する成膜工程と、エネルギービームを該半導体薄膜に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する照射工程と、多結晶に転換された該半導体薄膜を活性層として所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成する形成工程とからなる薄膜半導体装置の製造方法において、前記照射工程は、該エネルギービームの断面形状を該領域に合わせて可変調節し該領域を少なくとも一回一括照射で結晶化することにより薄膜トランジスタの特性の均一化を図ることを特徴とする。例えば、前記形成工程は、薄膜トランジスタを集積形成して画素アレイとスキャナ回路を備えた表示パネル用の薄膜半導体装置を作成し、前記照射工程は、スキャナ回路が集積形成されるべき領域を一括照射することを特徴とする。又、前記照射工程は、該一括照射により該領域に含まれる薄膜トランジスタの閾値特性の均一化を図ること特徴とする。この場合、前記形成工程は、オペアンプ回路、アナログ/デジタル変換回路、デジタル/アナログ変換回路、レベルシフタ回路、メモリ回路、及びマイクロプロセッサ回路から選択された少なくとも一つの回路を該領域に形成すること特徴とする。本発明の第一側面は、更に、基板の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザ光を照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換するレーザ照射装置を包含する。本レ

ーザ照射装置は所定の断面形状のレーザー光を発するレーザー光源と、該レーザー光の断面形状を所定の領域に合わせて可変整形する整形手段と、該整形されたレーザー光を半導体薄膜に照射して該領域内を均一に結晶化する照射手段とを有することを特徴とする。又、処理のための情報を持ち得る基板の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザー光を照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換するレーザー照射装置において、該情報を読み取って、レーザー光の断面形状、照射位置、エネルギー量、エネルギー分布、及び移動方向の内少なくとも一つの条件を調節可能であることを特徴とする。例えば、基板の表面に描かれたパターンを認識して該情報を読み取ることを特徴とする。或いは、基板に書き込まれたコードを検出して該情報を読み取ることを特徴とする。

【0008】

本発明の第二側面は、複数の区画が規定された基板の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する成膜工程と、エネルギービームを基板に対して相対的に移動しながら該半導体薄膜に間欠的に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する照射工程と、該多結晶に転換された半導体薄膜を活性層にして薄膜トランジスタを集積形成し区画毎に薄膜半導体装置を作成する形成工程とからなる薄膜半導体装置の製造方法において、前記照射工程は、エネルギービームの断面形状を区画に合わせて可変調節して一つ又は二つ以上の区画を単位として一括照射することを特徴とする。又、所定の区画が規定された基板の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザー光を相対的に移動しながら間欠的に照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換するレーザー照射装置であって、レーザー光を間欠的に発するレーザー光源と、該レーザー光の断面形状を区画に合わせて拡大又は縮小する光学系と、区画以外の部分をレーザー光から遮蔽する遮蔽手段とを有し、一つ又は二つ以上の区画を単位として一括照射することを特徴とする。好ましくは、該基板をレーザー光に対して相対的に移動し全ての区画にレーザー光を照射可能にする移動手段を備えたことを特徴とする。更に、基板に設けた位置合わせ用のマークを光学的に読み取る検出手段と、読み取ったマークに応じて移動手段を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明の第一側面によれば、所定面積以上の領域を一括で結晶化可能な出力を有するレーザ照射装置を用い、素子特性に均一性が要求される領域（回路領域など）に対応する様に、レーザ光の断面形状を可変調節できる様にしている。レーザ光の断面形状は各種薄膜半導体装置の製品毎に対応して最適な形状に可変設定できる。この様なレーザ照射装置を用いて半導体薄膜の結晶化を行なうことで、所定の領域に均一な多結晶を形成でき、これに薄膜トランジスタを集積形成することで素子特性を揃えることができ、所定の領域に高性能な回路を安定的に作り込むことが可能になる。又、本発明の第二側面によれば、薄膜半導体装置が作り込まれる区画毎にレーザ光を一括照射して結晶化を行なうので、区画内にはレーザ光の「つながり」が事実上ほとんど存在しなくなり、均質化を図ることができる。これにより、20インチクラス以上のアクティブマトリクス型表示装置においても、均質で結晶粒径が1500nm（ばらつきが±約100nm）に達し、結晶粒界及び結晶粒内に電子トラップ密度の少ない多結晶半導体薄膜を形成することが可能となる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明に係る薄膜半導体装置の製造方法及びこれに用いるレーザ照射装置を示す模式図である。（a）はレーザ照射装置を示しており、（b）は薄膜半導体装置を表わしている。本レーザ照射装置はレーザ発振器51を備え、所定の断面形状SCT1を有するレーザ光50を間欠的に出射する。レーザ光50はホモジェナイザー部53によりエネルギー分布が均一化された後、可変絞り57により断面形状がSCT2の様に調節可能である。この可変絞り57は機械式のシャッターを用いてもよく、あるいは光学式のライトバルブを用いてもよい。光学式のライトバルブの場合レーザ光50の断面形状SCT2ばかりでなくエネルギー分布も調節可能である。レーザ光50は可変絞り57を通過した後反射鏡54で光路が直角に折り曲げられ、処理対象となる基板0の所定の領域RGNを一括照射する。この一括照射は最低一回行ない、場合によっては同一箇所を複数回繰り返すこともある。

【 0 0 1 1 】

(b) に示す様に、薄膜半導体装置 1 0 0 は完成した状態では、絶縁基板 0 の上に画素アレイ部 1 0 4 と垂直スキャナ 1 0 5 と水平スキャナ 1 0 6 a 乃至 1 0 6 c を有している。従って、本実施形態の場合薄膜半導体装置 1 0 0 はアクティブマトリクス型表示装置の駆動基板に用いられる。但し、本発明はこれに限られるものではなく、一般的に所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成して回路を作り込んだデバイスを薄膜半導体装置 1 0 0 と呼んでいる。

【 0 0 1 2 】

(a) に示したレーザ照射装置などを用いて (b) に示した薄膜半導体装置 1 0 0 を製造する為、以下の工程を行なう。まず、成膜工程を行ない、絶縁基板 0 の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する。次に、照射工程を行ない、レーザ光 5 0 を半導体薄膜に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する。本実施形態ではエネルギービームとしてレーザ光 5 0 を用いているが、これに代えて電子線ビームなどを用いることも可能である。この後形成工程を行ない、多結晶化された半導体薄膜を活性層として所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成する。ここでは、画素アレイ部 1 0 4、垂直スキャナ 1 0 5、水平スキャナ 1 0 6 a 乃至 1 0 6 c などの領域に薄膜トランジスタを集積形成している。特徴事項として、照射工程では、レーザ光 5 0 の断面形状 S C T 2 を照射対象となる領域 R G N に合わせて可変絞り 5 7 により可変調節し、領域 R G N を少なくとも一回一括照射して、薄膜トランジスタの特性の均一化を図る。図示の状態では、丁度垂直スキャナ 1 0 5 が集積形成される領域 R G N に応じた断面形状 S C T 2 に調節されたレーザ光 5 0 を照射している。これにより、領域 R G N 内の半導体薄膜は均一に多結晶化され、これを活性層として薄膜トランジスタを集積形成することで、素子特性を揃えることが可能となり、高性能な垂直スキャナ 1 0 5 が形成できる。水平スキャナ 1 0 6 a, 1 0 6 b, 1 0 6 c についても同様である。本実施形態では水平スキャナは三分割されており、各部分に対して別々に合わせ込まれた断面形状を有するレーザ光 5 0 を照射していく。但し、本発明はこれに限られるものではなく、水平スキャナが一本で構成されている場合には、この領域に合わせてレーザ光

50の断面形状を調節し、一括照射する。所定の領域を一括照射することで例えば該当領域に作り込まれる薄膜トランジスタの閾値特性を均一化できる。これにより、絶縁基板0上に従来困難とされていた、オペアンプ回路、アナログ／デジタル変換回路、デジタル／アナログ変換回路、レベルシフタ回路、メモリ回路及びマイクロプロセッサ回路などを集積形成することが可能になる。

【0013】

図2は、図1に示したレーザ照射装置の使用状態を表わしており、ここではレーザ光50の元々の断面形状SCT1を可変絞り57でSCT2の様に調節し、ちょうど図1の(b)に示した水平スキャナ106aに合わせた領域RGNに重なる様にしている。残る水平スキャナ106b, 106cの領域にも同様な一括照射を行なうことができる。以上の様に、本発明に係るレーザ照射装置は、基板0の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザ光50を照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換する為に使われる。レーザ照射装置は所定の断面形状SCT1のレーザ光50を発するレーザ光源(レーザ発振器51)と、レーザ光50の断面形状SCT1を所定の領域RGNに合わせて可変形成する整形手段(可変絞り57)と、断面形状SCT2に整形されたレーザ光50を半導体薄膜に照射して領域RGN内の非晶質あるいは比較的粒径の小さな多結晶を比較的粒径の大きな多結晶に均一に転換する照射手段(反射鏡54など)で構成されている。

【0014】

実際の多結晶シリコン薄膜トランジスタを集積形成したアクティブマトリクス型の表示装置では、現実的に高度な均一性が要求される領域は、図1の(b)に示した様に、画素アレイ部104周辺の駆動回路部(垂直スキャナ105や水平スキャナ106a乃至106c)である。そこで、レーザ光50の断面形状を駆動回路部分の形状に合わせて整形し、その部分を一括で結晶化することにより、総出力エネルギーが小さなレーザ照射装置でも均一性の高いデバイスの製造を可能にする。例えば、総出力エネルギーが10Jのレーザ照射装置の場合、垂直スキャナ105の均一性が要求される領域(20cm×1cm)では、図1の(a)の様にレーザ光50の断面形状を制御し、水平スキャナ106a乃至106c

の均一性が要求される領域（2 cm×10 cm）では、図2の様にレーザ光50の断面形状を整形することが望ましい。尚、画素アレイ部104など高度な均一性が要求されない領域では、図13に示した様な、従来の20 cm×0.06 cmのライン状レーザビームを走査する方法とすればよい。

【0015】

図3は、比較的大きな絶縁基板0に四個の薄膜半導体装置100を集積形成した例を表わしている。この例は、大型基板を用いた四個取りである。一般に、高度な均一性が要求される領域は、図3に示す様に、製品サイズや仕様によって異なる為、それぞれの製品に合わせて、レーザ光の断面形状を可変調節することが望ましい。

【0016】

製品サイズや仕様によって異なるレーザ光の断面形状に制御する為、レーザ照射装置に情報コード130を読み取る機構を付けることが望ましい。この情報コード130は予め絶縁基板0の一部に書き込まれている。場合によっては、情報コード130を読み取る代わりに、絶縁基板0内のパターンを認識する為の機構を備えてもよい。本発明に係るレーザ照射装置は、処理の為の情報を持ち得る基板0の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜に、レーザ光を照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換する。この際、情報を読み取ってレーザ光の断面形状、照射位置、エネルギー量、エネルギー分布及び移動方向の内少なくとも一つの条件を調節可能である。具体的には、基板0に書き込まれた情報コード130を検出して上述した処理情報を読み取る。あるいは、基板0の表面に描かれたパターンを認識して処理情報を読み取ってもよい。このパターンは、具体的には垂直スキャナ105、水平スキャナ106、画素アレイ部104の形状などである。

【0017】

図5は、本発明に係るレーザ照射装置を利用した薄膜トランジスタの製造方法を示す工程図である。ここでは、ボトムゲート構造の薄膜トランジスタの製造方法を示す。まず（a）に示すように、例えばガラス等からなる絶縁基板0の上に例えばAl, Ta, Mo, W, Cr, Cuまたはこれらの合金を例えば100乃

至 200 nm の厚みで形成し、パタニングしてゲート電極 1 に加工する。

【0018】

次いで (b) に示すように、ゲート電極 1 の上にゲート絶縁膜を形成する。本例では、ゲート絶縁膜はゲート窒化膜 2 (SiN_x) / ゲート酸化膜 3 (SiO_2) の二層構造を用いた。ゲート窒化膜 2 は例えば SiH_4 ガスと NH_3 ガスの混合物を原料気体として用い、例えばプラズマ CVD 法 (PCVD 法) で成膜した。尚、プラズマ CVD に変えて常圧 CVD、減圧 CVD を用いてもよい。本実施例では、ゲート窒化膜 2 を例えば 50 nm の厚みで堆積した。ゲート窒化膜 2 の成膜に連続してゲート酸化膜 3 を例えば約 200 nm の厚みで成膜する。さらにゲート酸化膜 3 の上に連続的に非晶質シリコンからなる半導体薄膜 4 を例えば約 30 乃至 80 nm の厚みで成膜した。二層構造のゲート絶縁膜と非晶質半導体薄膜 4 は成膜チャンバの真空系を破らず連続成膜した。以上の成膜でプラズマ CVD 法を用いた場合には、例えば 400 乃至 450 °C の温度で窒素雰囲気中 1 時間程度加熱処理を行い、非晶質半導体薄膜 4 に含有されていた水素を放出する。いわゆる脱水素アニールを行なう。次いでレーザ光 50 を照射し、非晶質半導体薄膜 4 を結晶化する。レーザ光 50 としてはエキシマレーザビームを用いることができる。本発明の第一側面に従って、レーザ光 50 の断面形状を所定の回路領域に合わせて可変調節し当該領域を少なくとも一回一括照射で結晶化することにより薄膜トランジスタの特性の均一化を図る。

【0019】

(c) に示すように、前工程で結晶化された多結晶半導体薄膜 5 の上に例えばプラズマ CVD 法で SiO_2 を例えば約 100 nm 乃至 300 nm の厚みで形成する。この SiO_2 を所定の形状にパタニングしてストッパー膜 6 に加工する。この場合、例えば裏面露光技術を用いてゲート電極 1 と整合するようにストッパー膜 6 をパタニングしている。ストッパー膜 6 の直下に位置する多結晶半導体薄膜 5 の部分はチャネル領域 Ch として保護される。続いて、ストッパー膜 6 をマスクとして例えばイオンドーピングにより不純物 (たとえば P+ イオン) を半導体薄膜 5 に注入し、LDD 領域を形成する。この時のドーズ量は例えば 6×10^{12} 乃至 $5 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ である。さらにストッパー膜 6 及びその両側の LDD

領域を被覆するようにフォトレジストをパタニング形成したあと、これをマスクとして不純物（たとえばP+イオン）を高濃度で注入し、ソース領域S及びドレイン領域Dを形成する。不純物注入には、例えばイオンドーピングを用いることができる。これは質量分離をかけることなく電界加速で不純物を注入するものであり、本実施例では例えば $1 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ 程度のドーズ量で不純物を注入し、ソース領域S及びドレイン領域Dを形成した。尚、図示しないが、Pチャンネルの薄膜トランジスタを形成する場合には、Nチャンネル型薄膜トランジスタの領域をフォトレジストで被覆したあと、不純物をP+イオンからB+イオンに切換え例えばドーズ量 $1 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ 程度でイオンドーピングすればよい。このあと、多結晶半導体薄膜5に注入された不純物を活性化する。例えば、エキシマレーザー光源を用いたレーザー活性化アニールが行なわれる。即ち、エキシマレーザーのパルス走査しながらガラス基板0に照射して、多結晶半導体薄膜5に注入されていた不純物を活性化する。

【0020】

最後に（d）に示すように、例えば SiO_2 を約200nmの厚みで成膜し、層間絶縁膜7とする。層間絶縁膜7の形成後、例えば SiN_x をプラズマCVD法で例えば約200乃至400nm成膜し、パシベーション膜（キャップ膜）8とする。この段階で窒素ガス又はフォーミングガス中又は真空中雰囲気下で350℃程度の加熱処理を1時間行い、層間絶縁膜7に含まれる水素原子を半導体薄膜5中に拡散させる。この後、コンタクトホールを開口し、例えばMo、Alなどを200乃至400nmの厚みでスパッタした後、所定の形状にパタニングして配線電極9に加工する。さらに、例えばアクリル樹脂などからなる平坦化層10を1μm程度の厚みで塗布したあと、コンタクトホールを開口する。平坦化層10の上に例えばITOやIXO等からなる透明導電膜をスパッタした後、所定の形状にパタニングして画素電極11に加工する。

【0021】

次に、図6を参照して、本発明に従って製造した薄膜半導体装置を駆動基板に用いたアクティブマトリクス型表示装置の一例を説明する。図示するように、本表示装置は一对の絶縁基板101、102と両者の間に保持された電気光学物質

1 0 3 とを備えたパネル構造を有する。電気光学物質 1 0 3 としては、例えば液晶材料を用いる。下側の絶縁基板 1 0 1 には画素アレイ部 1 0 4 と駆動回路部とが集積形成されている。駆動回路部は垂直スキャナ 1 0 5 と水平スキャナ 1 0 6 とに分かれている。また、絶縁基板 1 0 1 の周辺部上端には外部接続用の端子部 1 0 7 が形成されている。端子部 1 0 7 は配線 1 0 8 を介して垂直スキャナ 1 0 5 及び水平スキャナ 1 0 6 に接続している。画素アレイ部 1 0 4 には行状のゲート配線 1 0 9 と列状の信号配線 1 1 0 が形成されている。両配線の交差部には画素電極 1 1 1 とこれを駆動する薄膜トランジスタ 1 1 2 が形成されている。薄膜トランジスタ 1 1 2 のゲート電極は対応するゲート配線 1 0 9 に接続され、ドレイン領域は対応する画素電極 1 1 1 に接続され、ソース領域は対応する信号配線 1 1 0 に接続している。ゲート配線 1 0 9 は垂直スキャナ 1 0 5 に接続する一方、信号配線 1 1 0 は水平スキャナ 1 0 6 に接続している。垂直スキャナ 1 0 5 の領域は、予めレーザ光の一括照射により均一化された多結晶半導体薄膜に集積形成された薄膜トランジスタを包含している。水平スキャナ 1 0 6 も同様である。

【 0 0 2 2 】

図 7 は、本発明の第二側面に係るレーザ照射装置の基本的な構成を示すブロック図である。本レーザ照射装置は、レーザ発振器 5 1 で発射された波長 3 0 8 n m のレーザ光 5 0 が一对のレーザ反射鏡 5 1 a, 5 1 b で増幅された後、フライアイレンズ 5 2 を含むホモジェナイザー部 5 3 で整形され且つ均一化される。この後レーザ光 5 0 は反射鏡 5 4 で直角に反射され、処理対象となる絶縁基板 0 に照射される。絶縁基板 0 は図示する様に X 方向及び Y 方向にステップ移動可能なステージ 5 6 に搭載されており、レーザ光 5 0 のパルス照射に同期して、所定距離移動することができる。尚、レーザ光 5 0 のエネルギーレベルの制御はエネルギー測定プローブ 5 5 を介して行なわれる。

【 0 0 2 3 】

図 8 は、図 7 に示したレーザ照射装置で特に図示しなかった、本発明の特徴部分を表わしたブロック図である。特に、反射鏡 5 4 以降の構成を示している。図示する様に、反射鏡 5 4 で直角に折り曲げられたレーザ光 5 0 は光学系 5 8 によりその断面形状が自在に拡大もしくは縮小可能である。更に、処理対象となる基

板 0 の直上に設けた遮光板（ブレード） 5 9 によって、矩形の照射領域を $1\ \mu\text{m}$ 以下の精度で形成することが可能である。尚、拡大／縮小の為の光学系 5 8 は反射鏡 5 4 の前段に設置しても原理的な問題はない。又、別途設けた基板 0 上のマーク MRK を高精度に読み取る為、検出器 6 3 が配置されており、ステージ 5 6 に搭載された絶縁基板 0 の位置を $1\ \mu\text{m}$ 以下の精度で測定する。尚、マーク MRK にはハーフミラー 6 2 を介して照明光源 6 1 から発する照明光が照射されている。検出器 6 3 によって得られた絶縁基板 0 の位置データをステージ制御系 6 4 にフィードバックすることにより、絶縁基板 0 に形成された半導体薄膜 4 の照射領域を高精度に位置決めすることが可能である。

【 0 0 2 4 】

図 9 は、図 7 及び図 8 に示したレーザ照射装置の使用法を示す模式的な平面図である。この例では、絶縁基板 0 の上に四個の薄膜半導体装置 1 0 0 が作成される。まず成膜工程を行ない、複数の区画 UNT（この例では四個）が規定された基板 0 の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する。次に、照射工程を行ない、レーザ光を基板 0 に対して相対的に移動しながら半導体薄膜に間欠的に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する。この後、多結晶化された半導体薄膜を活性層にして薄膜トランジスタを集積形成し、区画 UNT 毎に薄膜半導体装置 1 0 0 を作成する。本例では、各薄膜半導体装置は画素アレイ部 1 0 4 と垂直スキャナ 1 0 5 と水平スキャナ 1 0 6 を含んでいる。特徴事項として、照射工程では、レーザ光の断面形状を区画 UNT に合わせて可変調節し、一つ又は二以上の区画 UNT を単位として一括照射する。

【 0 0 2 5 】

図 1 0 は、本発明に係るレーザ照射装置の他の使用法を示す模式図である。図 9 の例では一個の区画毎にレーザ光を照射している。これに対し図 1 0 の例では四個の区画をまとめて一括照射している。この様に、本発明のレーザ照射装置を使用することによって、薄膜半導体装置単位あるいはサイズが小さい場合には複数の薄膜半導体装置単位で精密なレーザ照射領域を設定することが可能となり、均一性に優れた結晶化が実現できる。又、照射エネルギーの問題で全面一括ア

ニールが不可能なサイズの大型パネルの様に、やむを得ず分割ショットが必要な場合でも、高精度位置合わせを駆使することによって実質上つなぎ目のない結晶化アニールを実現できる。

【 0 0 2 6 】

再び図 7 及び図 8 を参照して、本発明に係るレーザ照射装置の構成を明らかにする。本レーザ照射装置は、予め所定の区画が規定された基板 0 の上に形成された非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜 4 に、レーザ光 5 0 を相対的に移動しながら間欠的に照射して比較的粒径の大きな多結晶に転換する。本レーザ照射装置はレーザ光 5 0 を間欠的に発するレーザ光源（レーザ発振器 5 1）と、レーザ光 5 0 の断面形状を区画 U N T に合わせて拡大又は縮小する光学系 5 8 と、対象となる区画 U N T 以外の部分をレーザ光 5 0 から遮蔽する遮蔽手段（遮光板 5 9）とを有しており、一つ又は二以上の区画を単位として一括照射する。本レーザ照射装置は基板 0 をレーザ光 5 0 に対して相対的に移動し全ての区画 U N T にレーザ光 5 0 を逐次照射可能にする移動手段（ステージ 5 6 とその駆動系 6 5）を備えている。更に、基板 0 に設けた位置合わせ用のマーク M R K を光学的に読み取る検出手段（検出器 6 3）と、読み取ったマークに応じて移動手段を制御する制御手段（ステージ制御系 6 4）を備えている。

【 0 0 2 7 】

最後に図 1 1 を参照して、図 7 及び図 8 に示したレーザ照射装置を用いた半導体薄膜の結晶化方法の具体例を説明する。（a）に示す様に、まず成膜工程を行ない、所定の区画が規定された基板 0 の上に非晶質の半導体薄膜 4 を形成する。場合によっては非晶質に代えて比較的粒径の小さな多結晶からなる半導体薄膜 4 を形成してもよい。尚、半導体薄膜 4 の形成に先立って、基板 0 の表面に下地膜 2 0 を形成し、基板 0 から半導体薄膜 4 への不純物汚染などを防いでいる。次に（b）に示す様に照射工程を行ない、レーザ光 5 0 を基板 0 に対して相対的に移動しながら半導体薄膜に間欠的に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する。尚、場合によってはレーザ光 5 0 に代えて電子ビームなど他のエネルギービームを用いて多結晶半導体薄膜 5 を形成してもよい。本発明の特徴事項として、照射工程では、レーザ光 5 0 の断面形状

を区画に合わせて可変調節し、区画を単位として一括照射を行なっている。

【0028】

引き続き図11を参照して半導体薄膜の結晶化方法を詳細に説明する。(a)に示す様に、基板0の上層に、下地膜20を形成する。基板0としては、特に限定はないが、例えばガラス板などを用いることができる。下地膜20としては、特に限定はないが、例えば酸化シリコンなどの絶縁物を用いることができる。次に、成膜工程として、例えば化学気相成長法(CVD)によって、下地膜20の上に、非晶質シリコンからなる半導体薄膜4を堆積する。この非晶質半導体薄膜4は例えば40nmの膜厚に堆積される。非晶質半導体薄膜4は、例えばモノシラン(SiH_4)を用いた低圧(LP)プラズマCVD法により成膜され、その堆積温度条件としては、例えば500℃以下に設定することが望ましい。非晶質シリコンの成膜条件は、例えば成膜ガス SiH_4 の流量が140sccm、プラズマ発生の為のRF電力が100W、圧力が53.3Pa、成膜温度が420℃である。この後、非晶質半導体薄膜4を基板0とともに加熱する。この基板加熱は例えば抵抗線を用いて行ない、基板加熱温度は例えば400℃に設定する。

【0029】

次いで(b)に示す様に、非晶質シリコンの上にエキシマレーザ光50を照射し、非晶質シリコンの直接アニールを行ない、熔融した領域を冷却過程で再結晶化し、多結晶半導体薄膜5を形成する。エキシマレーザ光50としては、例えば波長が308nmの塩化キセノン(XeCl)エキシマレーザ光を用いる。その場合には、エキシマレーザ光50の総エネルギーが例えば10J以上の照射装置を使用して、エネルギー密度を例えば300mJ/cm²で、パルス発振するエキシマレーザ光のパルス幅を例えば150nsに設定する。エキシマレーザ照射装置は、例えば10Jの出力を有し、例えば60mm×50mmの領域を一括照射することが可能になっている。

【0030】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の第一側面によれば、レーザ照射装置から出力されるレーザ光の断面形状を所定の領域に合わせて可変調節し、当該領域を一括照

射して薄膜トランジスタの特性の均一化を図る。この様に、レーザ光の出力を集中利用することで、比較的 low 出力のレーザ照射装置を用いても、素子特性の均一性を向上することが可能となり、歩留り向上、高信頼性及び低価格化が実現できる。レーザ照射装置自体も安価なものを使用することが可能となり、初期投資が抑えられる。照射対象となる領域に合わせてレーザ光の断面形状を可変調節することで、多様且つ多品種の製品に対して容易に対応することが可能となり、高品質の製品を供給することができる。加えて、レーザ照射装置本体に基板の情報を読み取る機構を付けることで、作業ミスをなくすることが可能となり、歩留り向上につながる。又、本発明の第二側面によれば、レーザ光の断面形状を薄膜半導体装置の区画（デバイスサイズ）に合わせて可変調節し、一つ又は二以上の区画を単位として一括照射する。これにより、レーザ照射のつなぎ部分で不均一性がない結晶化が可能になる。この様にして得られた多結晶シリコンを薄膜トランジスタの活性層として、20 インチクラスの大型のアクティブマトリクス型表示装置を作成すれば、高い均一性を有する高性能な LCD パネルの量産化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るレーザ照射装置及び薄膜半導体装置を示す模式図である。

【図 2】

本発明に係るレーザ照射装置を示す模式図である。

【図 3】

本発明に係るレーザ照射装置の使用方法を示す説明図である。

【図 4】

本発明に係るレーザ照射装置の使用方法を示す説明図である。

【図 5】

本発明に係る薄膜半導体装置の製造方法を示す工程図である。

【図 6】

本発明に係る表示装置を示す斜視図である。

【図 7】

本発明に係るレーザ照射装置を示すブロック図である。

【図 8】

本発明に係るレーザ照射装置を示す詳細ブロック図である。

【図 9】

本発明に係るレーザ照射装置の使用方法を示す模式図である。

【図 1 0】

本発明に係るレーザ照射装置の使用方法を示す模式図である。

【図 1 1】

本発明に係るレーザ照射装置を用いた結晶化方法を示す工程図である。

【図 1 2】

従来のレーザ照射方法の一例を示す模式図である。

【図 1 3】

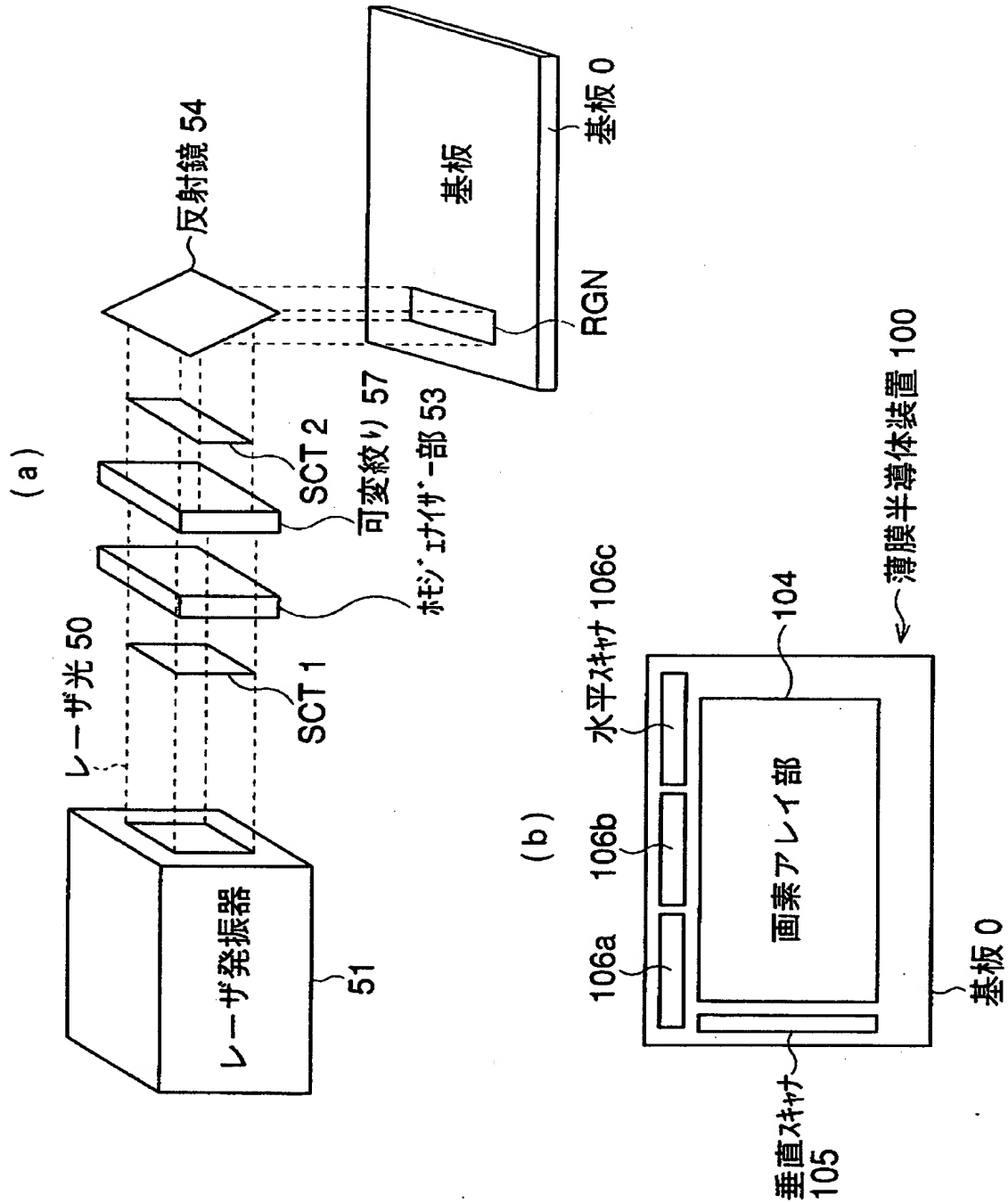
従来のレーザ照射方法の他の例を示す模式図である。

【符号の説明】

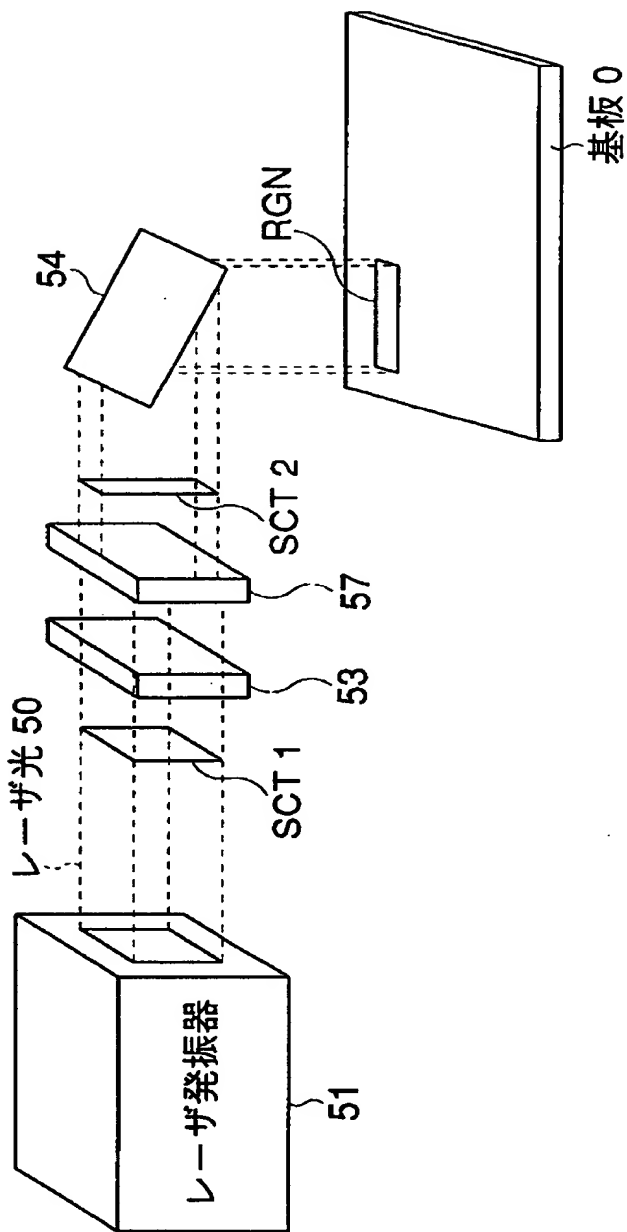
0 . . . 基板、 4 . . . 非晶質半導体薄膜、 5 . . . 多結晶半導体薄膜、 5 0 . . . レーザ光、 5 1 . . . レーザ発振器、 5 7 . . . 可変絞り、 5 8 . . . 光学系、 5 9 . . . 遮光版、 1 0 0 . . . 薄膜半導体装置

【書類名】 図面

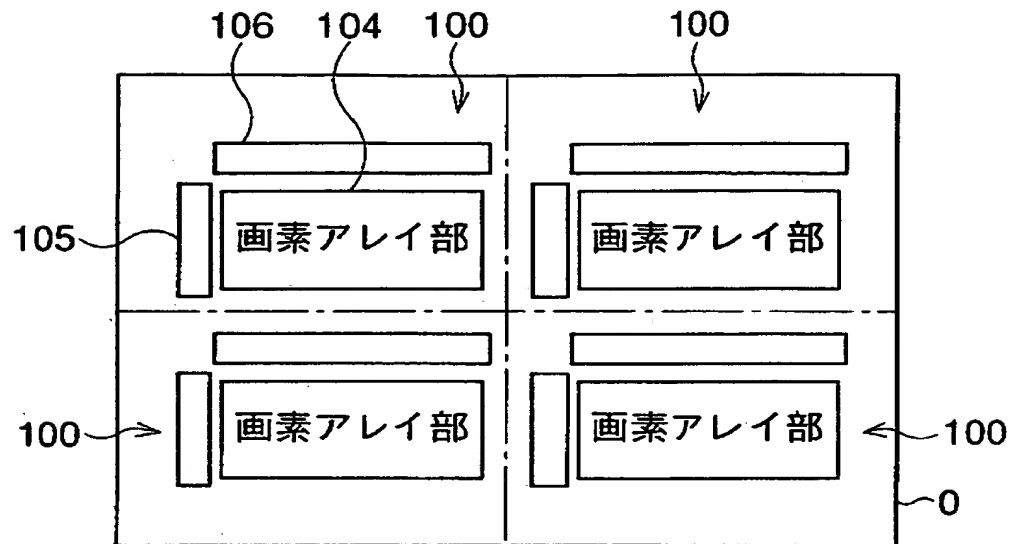
【図 1】



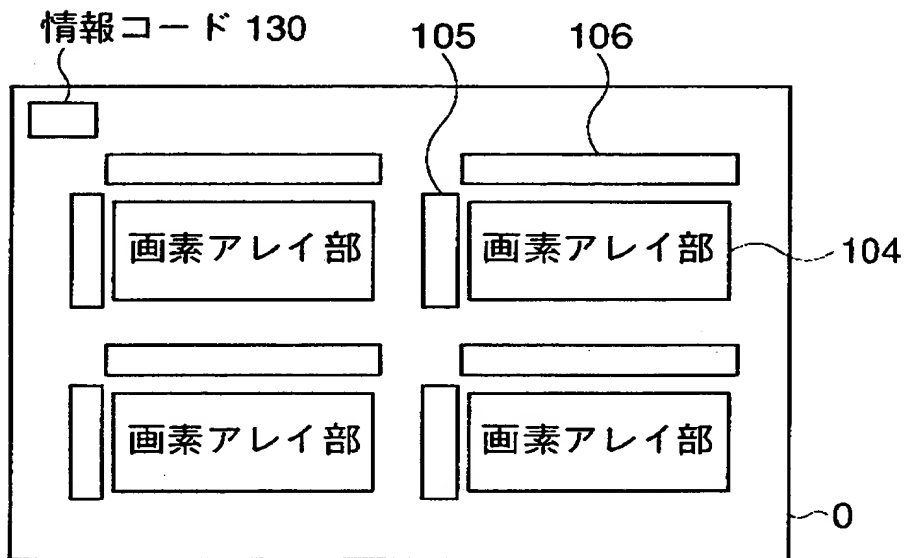
【図 2】



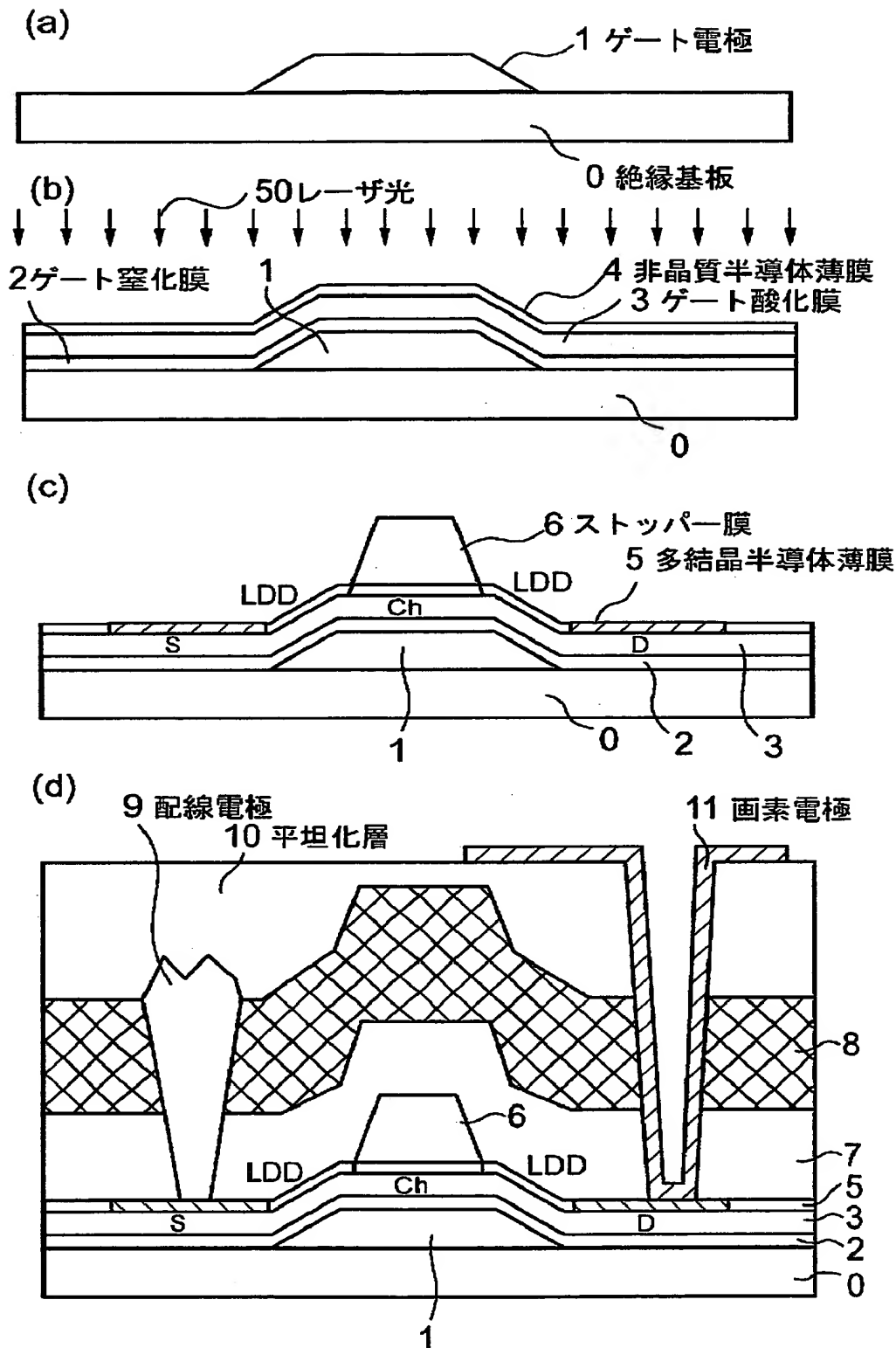
【図 3】



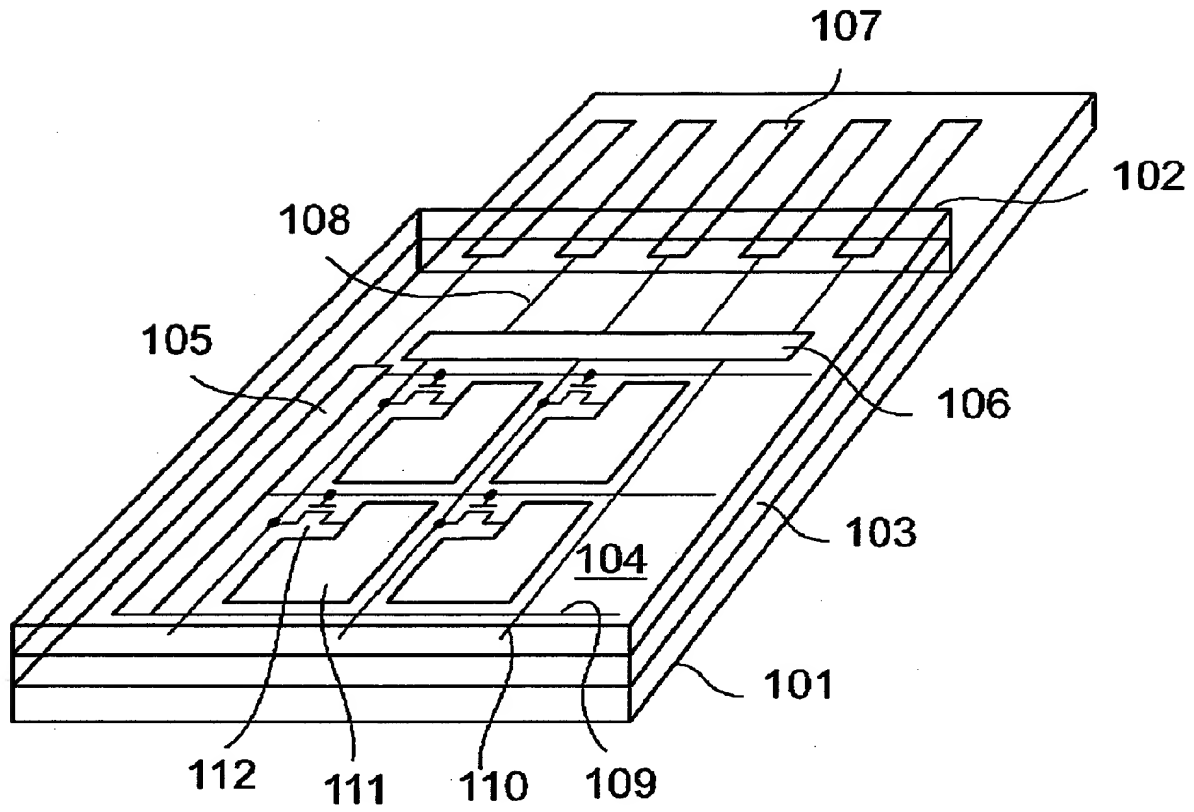
【図 4】



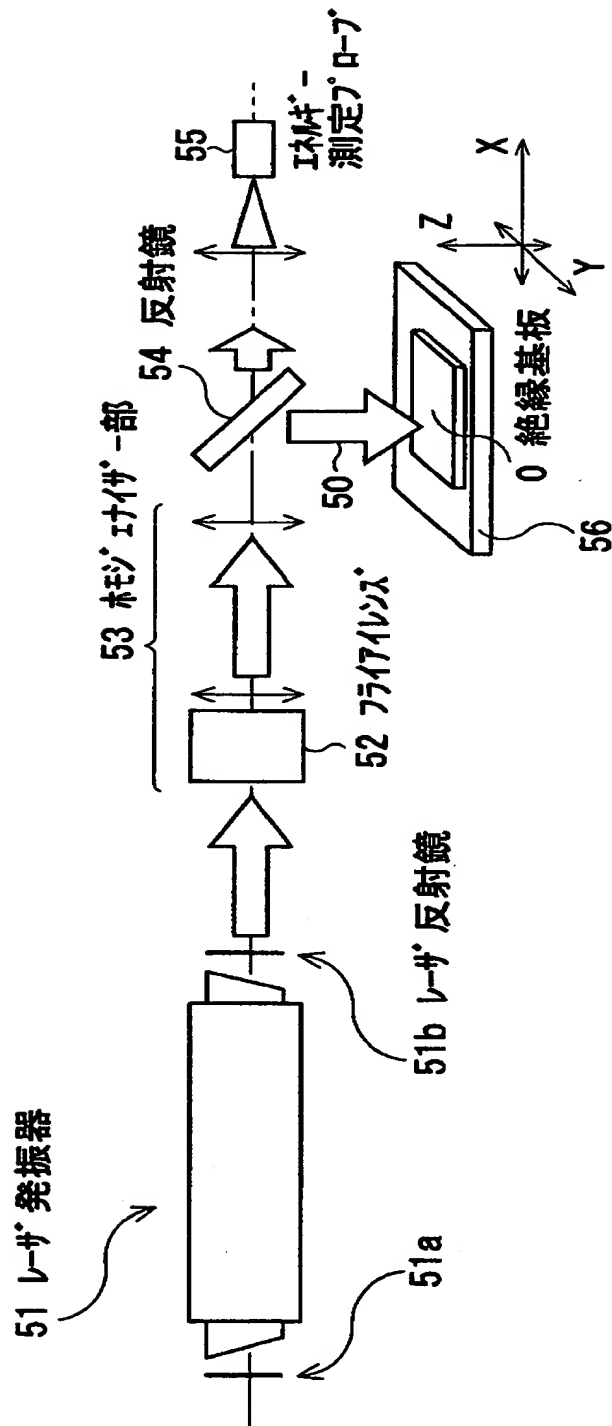
【図 5】



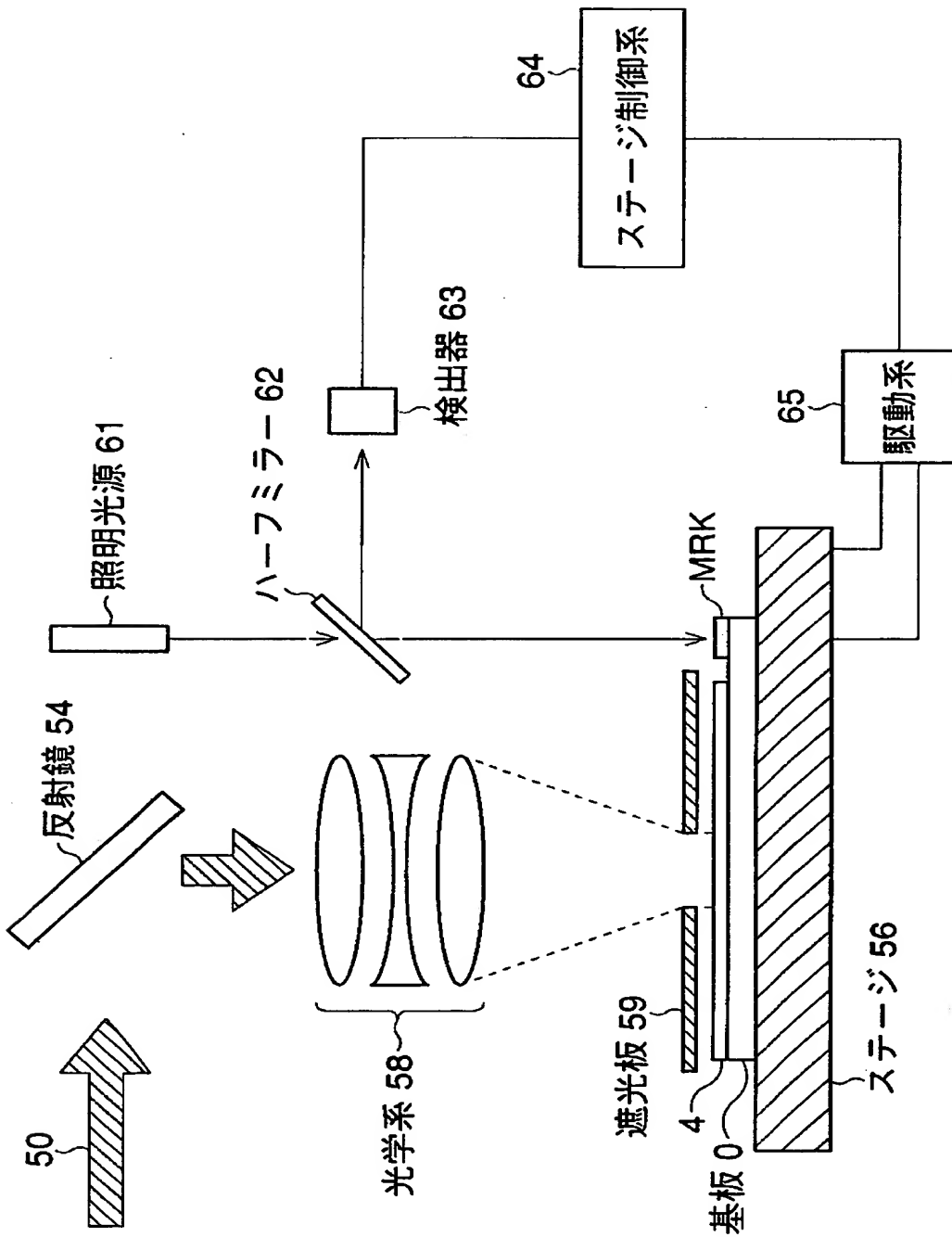
【図6】



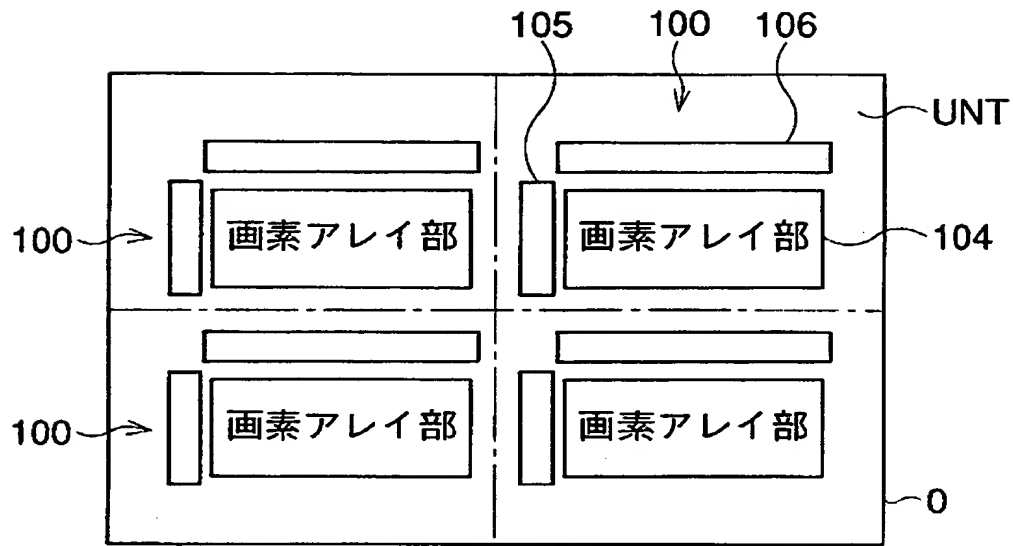
【図 7】



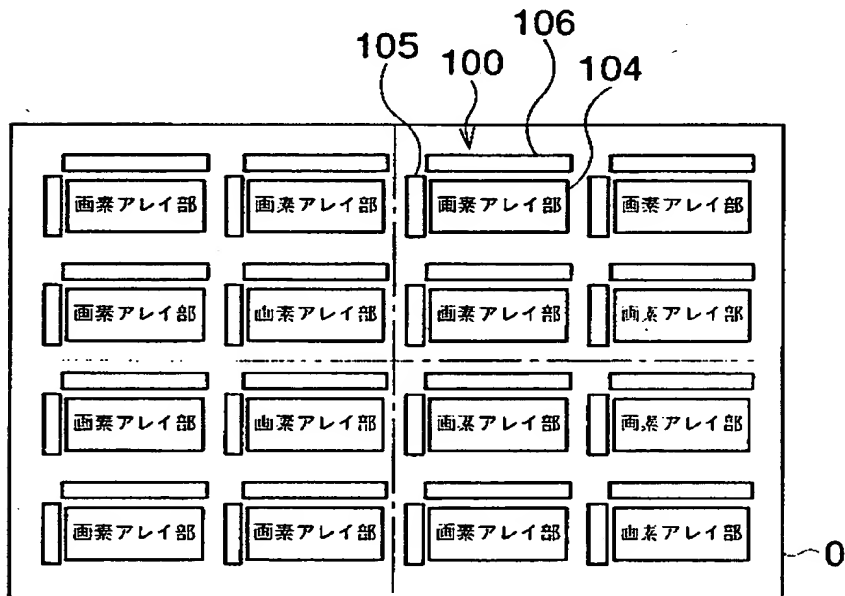
【図 8】



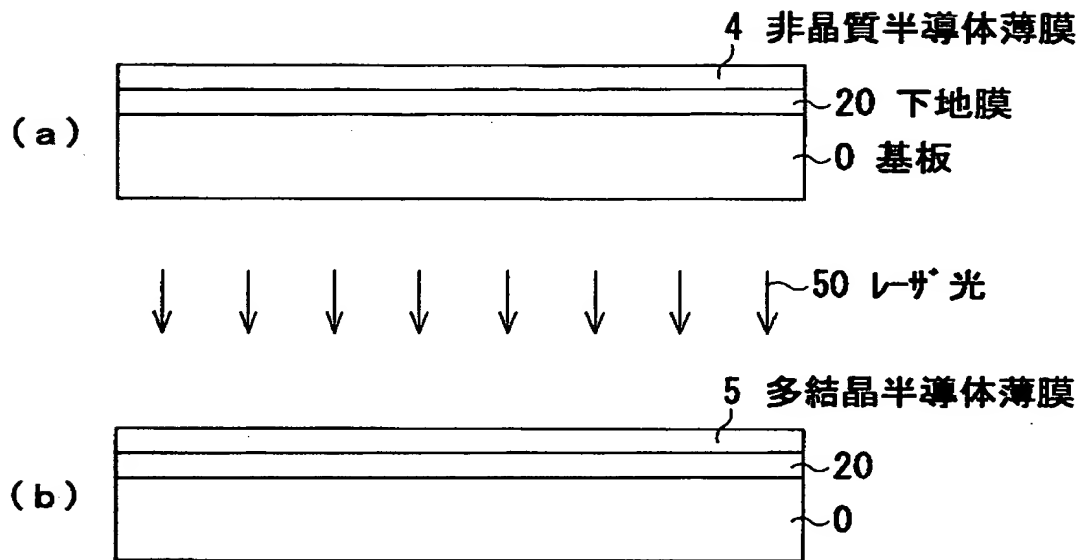
【図 9】



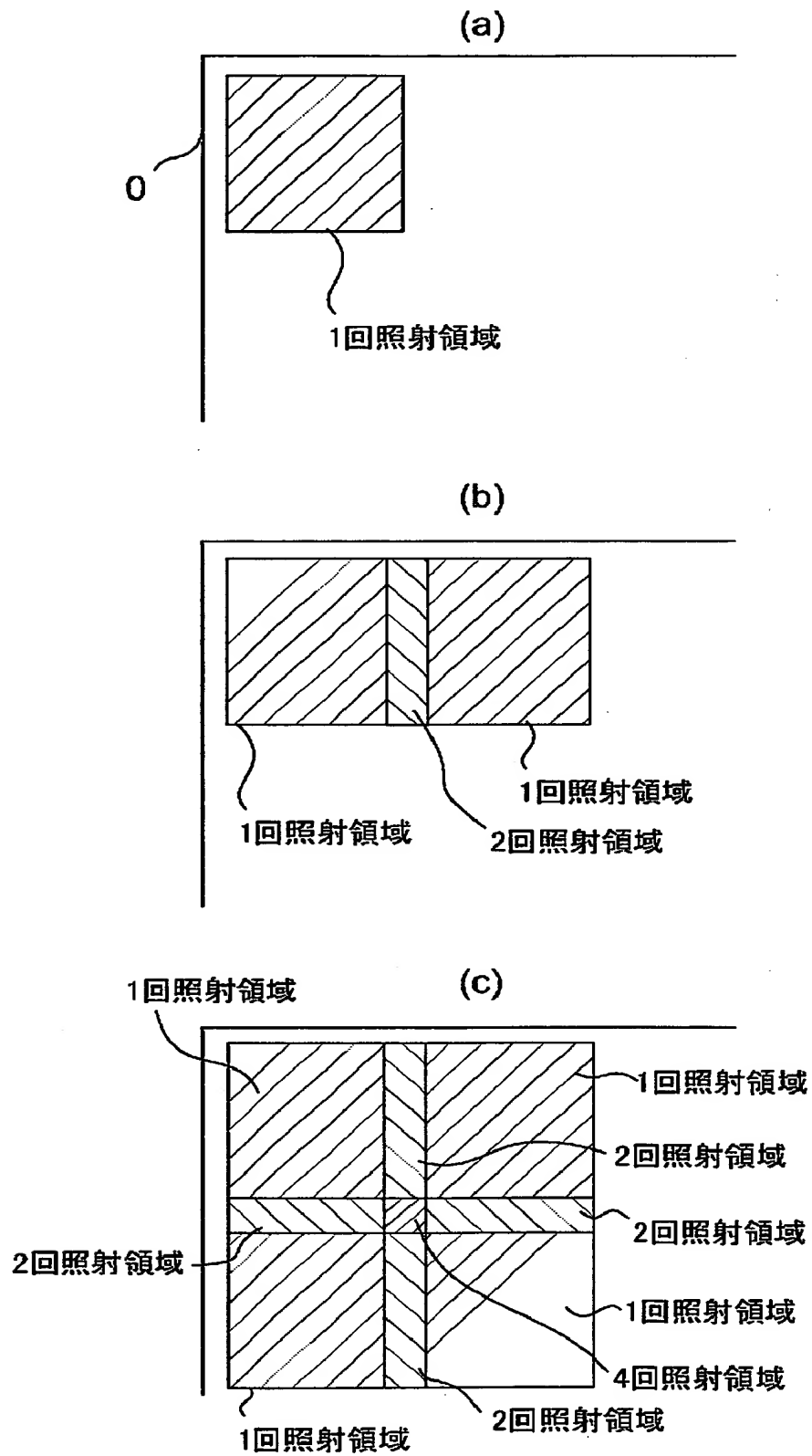
【図 1 0】



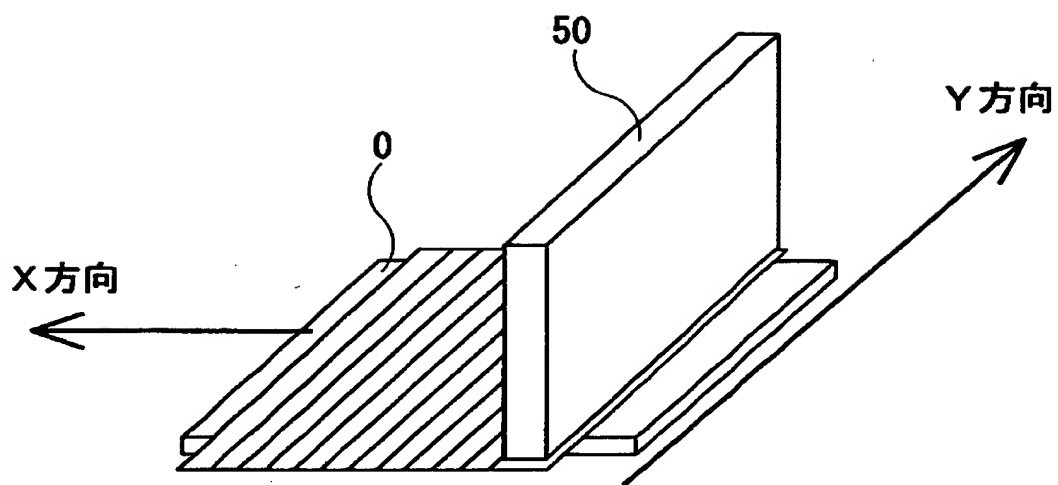
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 絶縁基板に結晶性の優れた多結晶シリコンからなる半導体薄膜を形成し、薄膜半導体装置を高性能化する。

【解決手段】 薄膜半導体装置 1 0 0 を製造する為、成膜工程を行ない、絶縁基板 0 の上に非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶の半導体薄膜を形成する。次に、照射工程を行ない、レーザ光 5 0 を半導体薄膜に照射して非晶質又は比較的粒径の小さな多結晶から比較的粒径の大きな多結晶に転換する。この後形成工程を行ない、多結晶化された半導体薄膜を活性層として所定の領域に薄膜トランジスタを集積形成する。ここでは、画素アレイ部 1 0 4、垂直スキャナ 1 0 5、水平スキャナ 1 0 6 a 乃至 1 0 6 c などの領域に薄膜トランジスタを集積形成している。照射工程では、レーザ光 5 0 の断面形状 S C T 2 を照射対象となる領域 R G N に合わせて可変絞り 5 7 により可変調節し、領域 R G N を少なくとも一回一括照射して、薄膜トランジスタの特性の均一化を図る。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社